AMI **vizsga 110 perc**

Vizsga-1a

2023. dec. 20.

Σ

Max. 60 pont **Név (nyomtatott betűkkel): ……………………………………………………**

Szükséges minimum: 24 pont

Neptun-kód:

Meg nem engedett segédeszközt vagy segítséget nem vettem igénybe.

____

aláírás

Feladat sorszáma	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Kapott pontok							

1. Az alábbi állításoknál a helyes választ (IGAZ/HAMIS) kell bekarikázni. Minden jó válasz +1 pont, minden rossz válasz -0,5 pont (a nem megválaszolt kérdés értelemszerűen 0 pont). Ha negatív lenne a végső pontszám ebben a feladatban, akkor nullára „kerekítjük”. 14 p. ______

a. Egy erőforrás eladására hirdetünk meg licitet. A másodlicites (Vickrey) árverésnél a legnagyobb árat licitáló a második legnagyobb licitált árat kell fizesse az erőforrásért. a. IGAZ HAMIS

b. Az irreleváns alternatívától való függetlenség akkor sérül, amikor a győztes alternatíva elhagyása esetén nem a második legjobb nyerné a szavazást. b. IGAZ HAMIS

c. A mohó keresés mindig a legkisebb mélységben található megoldást találja meg, ha létezik véges mélységben megoldás. c. IGAZ HAMIS

d. Ha taszkmegosztásra vállalkozói hálók protokollt használunk, akkor a menedzser ágens képes kell legyen minden egyes taszk megoldására. d. IGAZ HAMIS

e. A valószínűségi hálók a változók közti feltételes függetlenségek kihasználásával adnak egyszerűbb, jobban kezelhető leírást a problémára. e. IGAZ HAMIS

f. Egy elzárt országban csak 3 betegség fordul elő B1, B2 és B3. Mind a 3 betegséget a lakosság 10-10%-ánál diagnosztizálták. Ebből következik, hogy a lakosság pontosan 70%-a egészséges (= sem a B1, sem a B2, sem B3 betegségben nem szenved: $\neg B1 \wedge \neg B2 \wedge \neg B3$). f. IGAZ HAMIS

g. Egy nyereményjátékban 100 piros, 100 sárga és 100 kék üveggolyót sorsolnak ki. A 300 golyó egy átlátszatlan zsákban van, és sorban kihúzzuk azokat. Annak információszükséglete, hogy azt megjósoljuk, hogy az első golyó milyen színű lesz: pontosan 3 bit. g. IGAZ HAMIS

h. A döntési fák kialakításánál tanult eljárás mohó algoritmus. h. IGAZ HAMIS

i. Rögzített eljárásmód esetén a Bellman egyenletek lineárisak lesznek. i. IGAZ HAMIS

j. Az alfa-béta nyesés célja, hogy a képfeldolgozásra használt neuronhálónk felesleges részeit le tudjuk vágni. j. IGAZ HAMIS

k. Egy ritka betegségre 8, szakértők által besorolt tanítópéldánk van. A feladatot célszerű egy 5-rétegű, rétegenként 10-10 neuront tartalmazó MLP hálóval megoldani. k. IGAZ HAMIS

l. Az emberi intelligencia azért tudja felvenni a gépi intelligenciával a versenyt, mert az emberi agy ciklusideje jóval kisebb, mint a számítógépé (gyorsabb az agy). l. IGAZ HAMIS

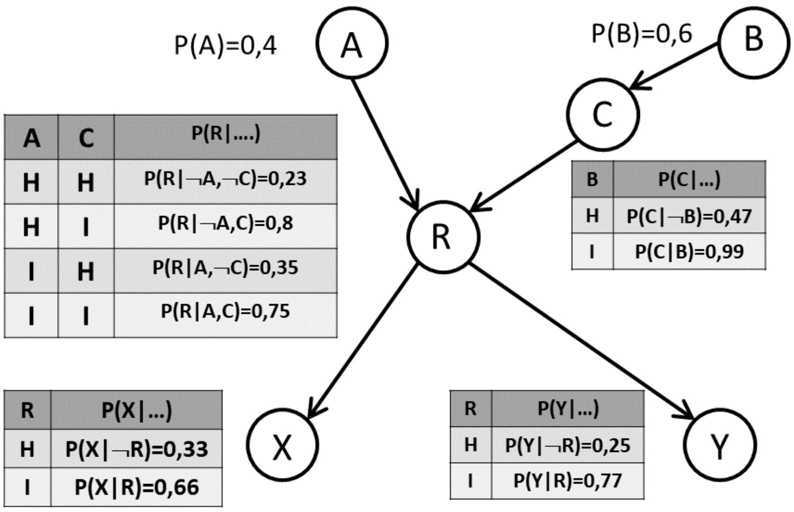
m. A megerősítéses tanulásnál használt ε-mohó eljárás arra szolgál, hogy időnként a jelen tudásunk alapján nem optimálisnak tűnő cselekvéseket is válasszunk. m. IGAZ HAMIS

n. Azért van szükségünk intelligens megoldások fejlesztésére, mert a bonyolult problémák állapottere általában olyan nagy, hogy nyers erővel nem kereshető meg a megoldás.

n. IGAZ HAMIS

2. Problémánkat az alábbi valószínűségi hálóval írhatjuk le. Mekkora az A=HAMIS valószínűsége, ha tudjuk, hogy X és C IGAZ, de B és Y HAMIS. (*Válaszát természetesen számítással, rövid indoklással támassza alá!*)

6 p. _____



A	C	P(R|....)
H	H	$P(R\|\neg A,\neg C)=0{,}23$
H	I	$P(R\|\neg A,C)=0{,}8$
I	H	$P(R\|A,\neg C)=0{,}35$
I	I	$P(R\|A,C)=0{,}75$

B	P(C|...)
H	$P(C\|\neg B)=0{,}47$
I	$P(C\|B)=0{,}99$

R	P(X|...)
H	$P(X\|\neg R)=0{,}33$
I	$P(X\|R)=0{,}66$

R	P(Y|...)
H	$P(Y\|\neg R)=0{,}25$
I	$P(Y\|R)=0{,}77$

<u>Megoldás</u>: Mivel C IGAZ értékű, ezért B-nek nincs hatása a megoldásra, hiszen függetlenül B értékétől C mindig IGAZ. Természetesen, ha ¬B-t is bevesszük a számításba (hiszen B HAMIS), csak többet számolunk, bajt nem okoz.

Amit keresünk (feleslegesen figyelembe véve ¬B-t):

$$P(\neg A|\neg B,C,X,\neg Y)=\frac{P(\neg A,\neg B,C,X,\neg Y)}{P(\neg B,C,X,\neg Y)}=$$

$$=\frac{P(\neg A,\neg B,C,R,X,\neg Y)+P(\neg A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y)}{P(\neg A,\neg B,C,R,X,\neg Y)+P(\neg A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y)+P(A,\neg B,C,R,X,\neg Y)+P(A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y)}$$

Összesen 4 tagot kell kiszámítanunk (a számlálóban lévő 2 tag a nevezőben is szerepel):

$$\begin{aligned}
P(\neg A,\neg B,C,R,X,\neg Y) &= P(\neg A)\cdot \boxed{P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)}\cdot P(R|\neg A,C)\cdot P(X|R)\cdot P(\neg Y|R)\\
P(\neg A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y) &= P(\neg A)\cdot \boxed{P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)}\cdot P(\neg R|\neg A,C)\cdot P(X|\neg R)\cdot P(\neg Y|R)\\
P(A,\neg B,C,R,X,\neg Y) &= P(A)\cdot \boxed{P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)}\cdot P(R|A,C)\cdot P(X|R)\cdot P(\neg Y|R)\\
P(A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y) &= P(A)\cdot \boxed{P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)}\cdot P(\neg R|A,C)\cdot P(X|\neg R)\cdot P(\neg Y|R)
\end{aligned}$$

Látható, hogy mindegyik tagban szerepel $P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)$, tehát ezzel lehet majd egyszerűsíteni (a számláló és a nevező tagjaiban is szerepel mindenütt).
Ez azt tükrözi, hogy R (és így ¬R) valószínűségére nem hat $\neg B$, hiszen C minden esetben IGAZ. Tehát B-től függetlenül, csupán A értékétől befolyásolva $P(R|\neg A,C)-$vel, $P(\neg R|\neg A,C)-$vel, $P(R|A,C)-$vel vagy $P(\neg R|A,C)$ –vel kell számolnunk.

Számoljuk ki a felesleges $P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)$-t is számítva (A későbbi rövidebb jelölés kedvéért bevezetem az S11, S21, N31, N41 jelöléseket)

$$\begin{aligned}
S11 = P(\neg A,\neg B,C,R,X,\neg Y) &= 0{,}6\cdot 0{,}4\cdot 0{,}47\cdot 0{,}8\cdot 0{,}66\cdot 0{,}23 = 0{,}0137\\
S21 = P(\neg A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y) &= 0{,}6\cdot 0{,}4\cdot 0{,}47\cdot 0{,}2\cdot 0{,}33\cdot 0{,}75 = 0{,}0056\\
N31 = P(A,\neg B,C,R,X,\neg Y) &= 0{,}4\cdot 0{,}4\cdot 0{,}47\cdot 0{,}75\cdot 0{,}66\cdot 0{,}23 = 0{,}0086\\
N41 = P(A,\neg B,C,\neg R,X,\neg Y) &= 0{,}4\cdot 0{,}4\cdot 0{,}47\cdot 0{,}25\cdot 0{,}33\cdot 0{,}75 = 0{,}0047
\end{aligned}$$

Ezek alapján a keresett valószínűség:

$$P(\neg A|\neg B,C,X,\neg Y)=\frac{P(\neg A,\neg B,C,X,\neg Y)}{P(\neg B,C,X,\neg Y)}=\frac{S11+S21}{S11+S21+N31+N41}=0{,}5934\ \ (59{,}34\%)$$

Ha elhagyjuk a felesleges $P(\neg B)\cdot P(C|\neg B)$-t:

$$\begin{aligned}
S1 = P(\neg A,C,R,X,\neg Y) &= 0{,}6\cdot 0{,}8\cdot 0{,}66\cdot 0{,}23 = 0{,}0729\\
S2 = P(\neg A,C,\neg R,X,\neg Y) &= 0{,}6\cdot 0{,}2\cdot 0{,}33\cdot 0{,}75 = 0{,}0297\\
N3 = P(A,C,R,X,\neg Y) &= 0{,}4\cdot 0{,}75\cdot 0{,}66\cdot 0{,}23 = 0{,}0455\\
N4 = P(A,C,\neg R,X,\neg Y) &= 0{,}4\cdot 0{,}25\cdot 0{,}33\cdot 0{,}75 = 0{,}0248
\end{aligned}$$

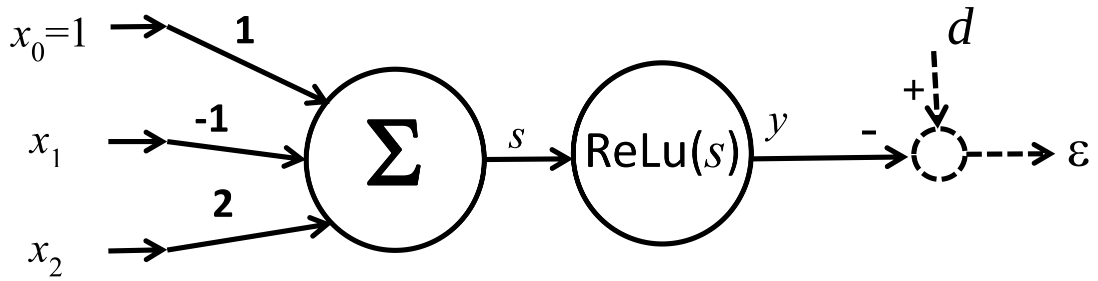
Ezek alapján a keresett valószínűség:

$$P(\neg A|C,X,\neg Y)=\frac{P(\neg A,C,X,\neg Y)}{P(C,X,\neg Y)}=\frac{S1+S2}{S1+S2+N3+N4}=0{,}5934\ \ (59{,}34\%)$$

3. Ítéletlogikát használó szabályalapú rendszerrel keresünk választ egy kérdésre. A következtetés jelen állapotában az alábbi tényeink és implikációs szabályaink állnak rendelkezésre:
Tények: A, $\boxed{A\vee B}$, $\neg C$, $B\wedge C$, E, F, $\boxed{F\vee\neg B}$, $E\wedge F$
Szabályok: $A\vee E\rightarrow B\wedge C$, $B\wedge\neg C\rightarrow D$, $A\wedge\neg E\rightarrow B\wedge C$, $\boxed{F\vee\neg B\rightarrow\neg D}$
Adjon meg egy-egy „Modus Ponens” és „rezolúció” (nem egységrezolúció!) következtetési lépést, amelyeket a jelen állásban végre tudunk hajtani. (Nem kell indoklás, de egyértelműen jelölje meg, hogy melyik a „Modus Ponens” és melyik a „rezolúció”!) 4 p. _____

	Általánosságban:	**A mi konkrét esetünkben**
Modus Ponens	$\dfrac{A \quad A\rightarrow B}{B}$	$\dfrac{F\vee\neg B \quad F\vee\neg B\rightarrow\neg D}{\neg D}$
Rezolúció:	$\dfrac{A\vee B \quad C\vee\neg B}{A\vee C}$	$\dfrac{A\vee B \quad F\vee\neg B}{A\vee F}$

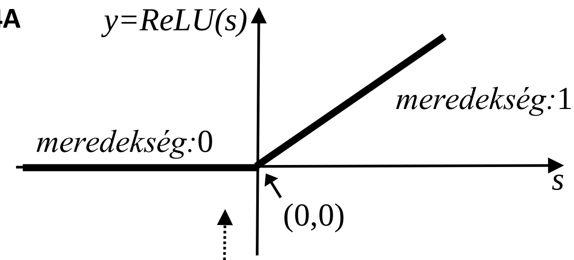
4. Azzal kísérletezünk, hogy egy ReLu nemlinearitással felépített perceptront tanítunk. A tanítás során – szokásos módon – a kimeneti hiba négyzetét igyekszünk *gradiens módszer*rel csökkenteni. Az eddigi tanítási lépések során kialakult perceptronsúlyok az ábrán láthatók. 6 p. _____



4A. Rajzolja fel az y=ReLu(s) nemlineáris függvényt! (A koordinátatengelyekre írja fel a megfelelő vátozókat, továbbá tüntesse fel az ismert értékeket, meredekségeket!) (2 pont)

4B. A következő lépésben az x1=0,7; x2=-0,2 mintával tanítunk, amelyhez tartozó kívánt válasz +0.2. Mi lesz a három súly új értéke a tanítási lépés után, ha a tanítási faktor (bátorsági faktor) értéke 0,1? (Számítás, magyarázat is szükséges, a puszta végeredmény nem hoz pontot!) (4 pont)

Megoldás: **4A**



A későbbiek vizualizálása érdekében: ha s negatív, akkor a meredekség 0.
(ezt nem kellett a 4A pothoz odaírni, csak a 4B magyarázatának vizualizálása kedvéért tettem ide!)

4B
(szvsz. agyonmagyarázva, persze a vizsgán nem kellett ennyire részletesre venni)

$\varepsilon = d - y$

$E = \varepsilon^2$

A gradiens-módszerhez a szokásos differenciálszámításra (láncszabállyal) van szükség, amely azt mutatja meg, hogy a kimeneti négyzetes hiba (E) milyen módon függ a súly változásától.

$\frac{\partial E}{\partial w_k} = \frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}\varepsilon} \cdot \frac{\mathrm{d}\varepsilon}{\mathrm{d}y} \cdot \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}s} \cdot \frac{\partial s}{\partial w_k}$ a differenciálhányados azt mutatja meg, hogy ha w_k-t kis mértékben növeljük vagy csökkentjük, akkor *E* (amit minimalizálni szeretnénk) nőni vagy csökkenni fog, és milyen mértékben!

Ez egyetlen ponton tér el attól, amit a szigmoid, illetve a zh-ban szereplő nem szokványos neuronnál vettünk, mivel a nemlinearitás nem szigmoid, nem négyzetes függvény, hanem ReLu. Tehát:

$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}\varepsilon} = \frac{\mathrm{d}\varepsilon^2}{\mathrm{d}\varepsilon} = 2 \cdot \varepsilon$ ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt

$\frac{\mathrm{d}\varepsilon}{\mathrm{d}y} = \frac{\mathrm{d}(d-y)}{\mathrm{d}y} = -1$ ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt

A ReLu meredeksége negatív számoknál 0, a pozitív számoknál 1. Jelen esetben a ReLu bemenetén $s = 1 \cdot 1 + (-1) \cdot 0{,}7 + 2 \cdot (-0{,}2) = -0{,}1$ Ennek megfelelően

$\boxed{\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}s} = 0 \ \ !!!}$

$\frac{\partial s}{\partial w_k} = \frac{\partial(w_0 \cdot x_0 + w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2)}{\partial w_k} = x_k$ mindegyik (*k*=0, 1, 2) esetre, ugyanaz, mint a szigmoid neuronnál volt – de ez itt már irreleváns, ugyanis a ReLu nulla meredekségű tartományában vagyunk, a súlyt hiába változtatjuk, a kimenet – és így a kimeneti hiba – nem változik!

$\frac{\partial E}{\partial w_k} = 0$ mindegyik (*k*=0, 1, 2) súly esetére

Negatív gradiens irányba kell módosítanunk a súlyokat, de a gradiens 0 (hiszen a szorzat egyik tényezője 0)!

$$w_{0,új} = w_{0,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_0} = w_{0,régi} - \alpha \cdot 0 = w_{0,régi} = 1$$

$$w_{1,új} = w_{1,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_1} = w_{1,régi} - \alpha \cdot 0 = w_{1,régi} = -1$$

$$w_{2,új} = w_{2,régi} - \alpha \cdot \frac{\partial E}{\partial w_2} = w_{2,régi} - \alpha \cdot 0 = w_{2,régi} = 2$$

Ne azt jegyezzék meg, hogy a nemlinearitás deriváltját kell mindig változtatni, próbálják megérteni a gradiens módszert! Lehet, hogy egy másik feladatban éppen nem a nemlinearitás deriváltja lesz a kulcselem.

5. Öt együttműködő MI-ágensünk van (G1, G2,...,G5), amelyek súlyozott rendezett szavazással (Borda-szavazás) döntik el, hogy a lehetséges A, B, C, D részcélok közül melyik célt igyekezzenek megvalósítani. A szavazásnál az öt ágens mindegyike 3 pontot ad a tudása alapján legjobbnak ítélt részcélnak, a második legjobbnak 2 pontot stb. Az alábbi táblázat mutatja az öt MI-ágens szavazatai alapján kialakult helyzetet.

pont	**G1**	**G2**	**G3**	**G4**	**G5**
3	A	B	B	C	A
2	D	C	C	A	B
1	B	A	A	D	C
0	C	D	D	B	D

10 p. ___

5.A. Borda-szavazás esetén melyik részcélt fogják maguk elé tűzni? (Válaszát indokolja!) (3 pont)

5.B. Ebben a konkrét helyzetben van-e Condorcet győztes az alternatívák között, és ha van, akkor melyik az? (Válaszát indokolja!) (3 pont)

5.C. Ebben a konkrét helyzetben teljesül-e az irreleváns alternatívától való függetlenség?

(Válaszát indokolja!) (4 pont)

Megoldás:

5.A.

Az **A** alternatíva a következő súlyú szavazatokat kapta: 3+1+1+2+3=**10**

A **B** alternatíva súlyozott szavazási eredménye: 1+3+3+0+2=**9**

A **C** alternatíva: 0+2+2+3+1=**8**

A **D** alternatíva: 2+0+0+1+0=**3**

Látható, hogy az A alternatíva (cél) lesz a Borda szavazás győztese.

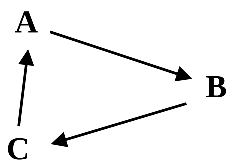
5.B.

Az **A** alternatíva 3 szavazónál (G1,G4,G5) végzett előrébb, 2-nél (G2,G3) hátrébb, mint a **B** alternatíva. Így kettőjük összevetésében **A**>**B**, vagy ha így jelöljük: **A** $\rightarrow$ **B**

Az **A** alternatíva 2 szavazónál (G1,G5) végzett előrébb, 3-nál (G2,G3,G4) hátrébb, mint a **C** alternatíva. Így kettőjük összevetésében **A**<**C**, vagy ha így jelöljük: **A** $\leftarrow$ **C**

A **B** alternatíva 4 szavazónál (G1,G2,G3,G5) végzett előrébb, 1-nél (G4) hátrébb, mint a **C** alternatíva. Így kettőjük összevetésében **B>C**, vagy ha így jelöljük: **B** $\rightarrow$ **C**

Látható, hogy az A, B és C alternatívák a páronkénti összehasonlításban „körbeverik egymást”, tehát nem lehet Condorcet győztes.



5.C.

Az 5.A. pontnál láttuk, hogy a 4 alternatívából messze D a leggyengébb, ez az irreleváns alternatíva. Ha ezt kihagynánk, a szavazatok következőképpen alakulnak:

pont	**G1**	**G2**	**G3**	**G4**	**G5**
2	A	B	B	C	A
1	B	C	C	A	B
0	C	A	A	B	C

Ezek után az **A** alternatíva a következő súlyú szavazatokat kapná: 2+0+0+1+2=**5**

A **B** alternatíva súlyozott szavazási eredménye: 1+2+2+0+1=**6**

A **C** alternatíva: 0+1+1+2+0=**4**

Látható, hogy így most már a B alternatíva (cél) lenne a Borda szavazás győztese, tehát az irreleváns alternatíva elhagyása megváltoztatta az eredményt! Más szóval nem teljesül az irreleváns alternatívától való függetlenség.

AMI vizsga 110 perc
2023. dec. 20.

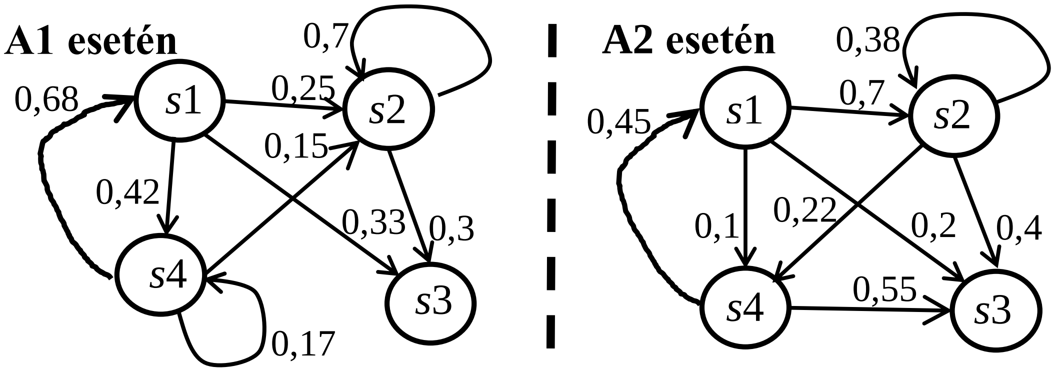
Vizsga-1b

Név (nyomtatott betűkkel): ……………………………………………………

Neptun-kód:

6. Egy megerősítéses tanulási probléma mindegyik állapotában két cselekvést választhatunk: A1-et vagy A2-t. A rendszer végállapota s3 (onnan már semmilyen esetben nem lépünk tovább), a leszámítolási tényező 0,1. Az egyes állapotokban választott cselekvéstől függően az alábbi állapotátmeneti valószínűségek jellemzik a rendszert. Tehát, ha pl. s2 állapotban az A1 cselekvést választjuk, akkor a baloldali ábrán láthatók a követő állapotokba való átmeneti valószínűségek. Ha s2-ben A2-t választjuk, akkor a jobboldali ábrán látjuk ezeket a valószínűségeket.

10 p ____



A rendszer egyes állapotaiban a baloldali táblázatban látható jutalmakat kapjuk. A jobboldali táblázat mutatja az egyes állapotok valódi hasznosságát.

s	s1	s2	s3	s4
R(s)	-1	-5	+6	-2

s	s1	s2	s3	s4
U(s)	-0,9987	-4,9872	+6	-1,7149

6A. Hányféle eljárásmód (stratégia) lehetséges ebben a feladatban? (1 pont)
6B. Adja meg az s4 állapotban az *optimális eljárásmódot (stratégiát)*! (Indoklás, számítás szükséges!) (4 pont)
6C. Az optimális eljárásmód az s1 és s2 állapotokban $\pi^*(s1)=A1$, $\pi^*(s2)=A2$. Írja fel a Bellman egyenletet a konkrét értékekkel *optimális stratégia alkalmazása esetére* az s2 állapotra! (2 pont)
6D. Írja fel a Bellman egyenletrendszert *mátrix-vektor alakban* paraméteresen és konkrét értékekkel is *optimális stratégia alkalmazása esetére* úgy, hogy az egyenletrendszer egyik oldalára rendezi a hasznosságokból képzett vektort! (Természetesen a 6B. pontban meghatározott $\pi^*(s4)$-et használja. Ha ott rossz az eredmény, de itt jól használja, az már ebben a pontban nem jelent hibát.) A mátrixműveleteket nem kell elvégezni, csak felírni a megoldandó mátrix-vektor egyenletet konkrét számértékekkel! (3 pont)

Megoldás:

6A. A $\pi(s)$ eljárásmód egy függvény, amelynél a bemeneti változó (*s*) értékkészlete s1,s2 és s4. (Az s3 végállapotban már nem választhatunk cselekvést.) A kimenete pedig az A1 vagy az A2 cselekvés. Tehát 2^3= 8 féle eljárásmód lehetséges:

	$\pi_1(s)$	$\pi_2(s)$	$\pi_3(s)$	$\pi_4(s)$	$\pi_5(s)$	$\pi_6(s)$	$\pi_7(s)$	$\pi_8(s)$
s1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2
s2	A1	A1	A2	A2	A1	A2	A1	A2
s4	A1	A2	A1	A2	A1	A1	A2	A2

Tehát pl. a $\pi_6(s)$ eljárásmód (stratégia) alkalmazása azt jelenti, hogy ha az s1 állapotban vagyunk, akkor az A2 cselekvést választjuk, ha az s2 állapotban vagyunk, akkor is az A2-t, de ha az s4 állapotban vagyunk, akkor az A1 cselevést választjuk.

6B. Az optimális eljárásmód a lehető legnagyobb hasznosságot eredményezi. Ismerjük (meg volt adva) az s1, s2 és s3 valódi hasznossága. Ezek – és az ábráról leolvasható állapotátmeneti-valószínűségek –

felhasználásával, figyelembe véve a γ=0,1 leszámítolási tényezőt is, ha az s4 állapotban az A1 cselekvést választjuk:

$$U^{(A1)}(s4) = R(s4) + \gamma * [0{,}68 * U(s1) + 0{,}15 * U(s2) + 0{,}17 * U(s4)] =$$
$$= -2 + 0{,}1 * [0{,}68 * (-0{,}9987) + 0{,}15 * (-4{,}9872) + 0{,}17 * (-1{,}7149)] = -2{,}1719$$

Ha viszont az s4 állapotban az A2 cselekvést választjuk:

$$U^{(A2)}(s4) = R(s4) + \gamma * [0{,}45 * U(s1) + 0{,}55 * U(s3)] =$$
$$= -1 + 0{,}1 * [0{,}45 * (-0{,}9987) + 0{,}55 * 6] = -1{,}7149$$

Látható, hogy ha az A2 cselekvést választjuk, akkor jobb eredményt (kisebb veszteséget) érünk el. Tehát az optimális választás: π^*(s4)=A2.

Megjegyzés: Nem véletlen, hogy visszakaptuk a táblázatban szereplő U(s4) értéket, hiszen a táblázatban szereplő valós hasznosságértékek úgy jönnek ki, hogy mindegyik állapotban az optimális cselekvést választjuk. Ez önellenőrzésnek is jó volt: vagy az A1-nél vagy az A2-nél meg kell kapjuk a -1,7149 értéket, és ez kell legyen az optimális (jelen esetben a kettőből a jobb) cselekvés.

6C. Mivel az optimális eljárásmódban π^*(s2)=A2, ezért a jobboldali ábráról leolvasható állapotátmeneti-valószínűségekkel kell számolnunk:

$$U^*(s2) = U^{(A2)}(s2) = -5 + 0{,}1 * [0{,}38 * (-4{,}9872) + 0{,}4 * 6 + 0{,}22 * (-1{,}7149)] =$$
$$= -4{,}9872$$

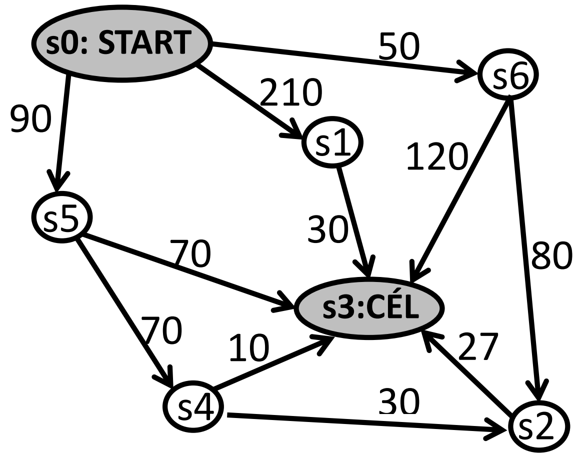
6D. Paraméteresen (U a hasznosság, T az állapotátmeneti mátrix, R a jutalomvektor, I az egységmátrix, γ a leszámítolási tényező):

$$\mathbf{U} = (\mathbf{I} - \gamma * \mathbf{T})^{-1} * \mathbf{R}$$

A konkrét értékekkel való felírásnál figyelembe kell vegyük, hogy π*(s1)=A1, π*(s2)=A2 és π*(s3)=A2. Tehát a **T** mátrix egyes sorainál mindig a megfelelő ábráról leolvasott valószínűségeket kell használjuk.

$$\begin{bmatrix} -0{,}9987 \\ -4{,}9872 \\ 6 \\ -1{,}7149 \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - 0{,}1 * \begin{bmatrix} 0 & 0{,}25 & 0{,}33 & 0{,}42 \\ 0 & 0{,}38 & 0{,}4 & 0{,}22 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0{,}45 & 0 & 0{,}55 & 0 \end{bmatrix} \right)^{-1} * \begin{bmatrix} -1 \\ -5 \\ +6 \\ -2 \end{bmatrix}$$

7. Az alábbi állapotokkal és lehetséges egyirányú állapotátmenetekkel jellemzett keresési problémát A* kereséssel oldjuk meg. (Mivel egyirányúak az átmenetek, soha nem lépünk vissza abba az állapotba, ahonnan érkeztünk.) Az ábrán feltüntettük az állapotátmenetek költségét, a mellékelt táblázat mutatja a heurisztikánk egyes állapotokhoz tartozó értékét.
A keresés két listát épít, az elsőben azok a csomópontok szerepelnek, amiket már kifejtett (closed, cL), a másodikban azok, amelyekhez már eljutott, de még nem fejtette ki ezeket (open, oL). Mindegyik listaelem 5 mezőből épül fel: 10 p. ______
(<u>szülőcsomópont</u>, <u>aktuális csomópont</u>, <u>állapot</u>, <u>eddig megtett út költsége</u>, <u>az akt. csomóponthoz a heurisztika értéke</u>)



állapot (n)	**h(n)**
s0	**150**
s1	**20**
s2	**20**
s3	**0**
s4	**10**
s5	**68**
s6	**100**

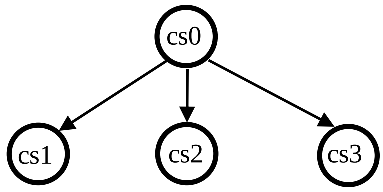
A cL lista az első lépés után: cL={(-,cs0,s0,0,150)}
Adja meg az cL-oL listapárt és a keresési gráfot az első (amikor a fenti cL-ben szereplő csomópont gyermekeit tesszük az oL listába), majd a második és a harmadik kifejtési lépés után! Tehát 3 cL-oL listapárt és a hozzájuk tartozó keresési gráfokat várjuk, ahol az első cL van fent megadva. (Az oL listának mindig az első – legbaloldalibb pozícióban lévő – elemét fogjuk először kifejteni, a keletkező csomópontokat pedig az A*-nak megfelelően teszük az oL listába.)

Megoldás:

1.lépés

cL={(-,cs0,s0,0,150)}

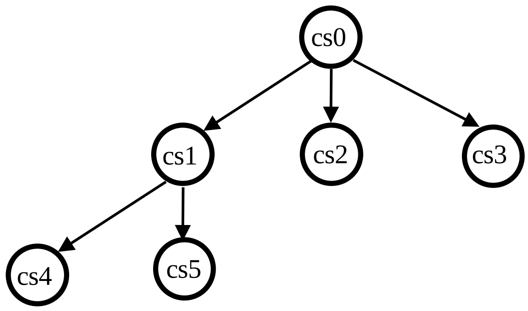
cO={ (cs0,cs1,s6,50,100), (cs0,cs2,s5,90,68), (cs0,cs3,s1,210,20) }



2. lépés

cL={(cs0,cs1,s6,50,100), (-,cs0,s0,0,150)}

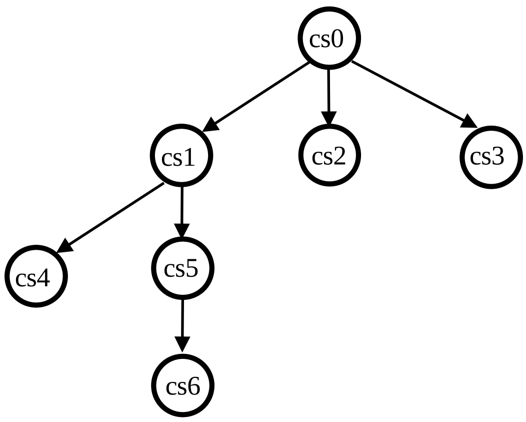
cO={ (cs1,cs5,s2,130,20), (cs0,cs2,s5,90,68), (cs1,cs4,s3,170,0), (cs0,cs3,s1,210,20) }



3.lépés

cL={(cs1,cs5,s2,130,20), (cs0,cs1,s6,50,100), (-,cs0,s0,0,150)}

cO={ (cs5,cs6,s3,157,0), (cs0,cs2,s5,90,68), (cs1,cs4,s3,170,0), (cs0,cs3,s1,210,20) }



Természetesen az nem érdekes, hogy ki melyiket nevezi cs1-nek, cs6-nak stb.
Ami viszont fontos – tudja megkülönböztetni a gráf csomópontjait (cs0,cs1,…) az állapotoktól (s0,s1,…). A gráf fa típusú, nincsenek benne hurkok. Ha több úton eljutunk ugyanahhoz az állapothoz (pl. a fenti keresésben s3-hoz, a végállapothoz), akkor ez több különböző csomópontot eredményez a gráfban! Hiszen az állapot azonos, de az oda vezető út eltérő, és ezt is jellemzi a csomópontban tárolt információ. (Pl. a két s3 állapothoz tartozó csomópontban más a szülőcsomópont, más az odáig vezető út költsége.)